

非平面断層モデルを用いた断層の動的破壊と強震動

Dynamic rupture modeling with non-planar faults and generation of strong motion

青地 秀雄[1], # 福山 英一[2], Raul Madariaga[1]

Hideo Aochi[1], # Eiichi Fukuyama[2], Raul Madariaga[3]

[1] パリ E N S ・ 地学, [2] 防災科研

[1] ENS, Paris, [2] NIED, [3] ENS Paris, Lab. Geol.

Aochi and Fukuyama (2001)は、深さ依存性を持つ断層構成則と回転する広域応力場を仮定することで、1992年 Landers 地震の動的断層破壊過程の特徴を再現した。本講演では、Aochi and Fukuyama (2001)のモデルと、その初期応力状態や断層の性質などを変化させたモデルを比較することで、初期条件の違いがどのようにその後の断層破壊過程に影響するのか、また、それにより、断層の性質を規定するパラメータをどの程度拘束できるかを議論する。また、断層構成則の水平方向の不均質さ、法線応力を考慮するための Coulomb 破壊基準の導入などにより、断層構造と断層構成則、応力状態が既知の場合に動的断層破壊を予測できるかどうかという問題を考える。

最近、Aochi and Fukuyama (2001)は境界積分方程式法を用いた非平面断層モデルを用いて 1992年 Landers 地震の断層破壊過程を調べた。その結果、深さ依存性のみを持つ断層構成則と回転する広域応力場を仮定することで、波形インバージョンから得られた断層の動的破壊の特徴をよく説明するモデルを構築した。このことは、動的破壊のシミュレーションで得られる断層破壊過程と断層構造の関係についての議論が可能な段階にきていることを示唆する。本講演では、Aochi and Fukuyama (2001)のモデルと、その初期応力状態や断層の性質などを変化させたモデルを比較することで、初期条件の違いがどのようにその後の断層破壊過程に影響するのか、また、それにより、断層の性質を規定するパラメータをどの程度拘束できるかを議論する。

Aochi and Fukuyama (2001)のモデルで表現できなかった、断層北部の浅いところで生じた大きなすべりを再現するためには、深さ依存の構成則において地表での応力降下量をゼロではなくしなければならぬ。Payrat et al. (2001)によると、10Mpa 程度必要となる。このすべりは、破壊が進展してくるほうに位置する Yermo 観測点での波形を説明するのにどうしても必要である。さらに、断層のせん断応力 / 初期応力の水平不均質性を導入しないと、破壊が断層を選択しながら伝播していった様子を再現できない。これらのことは、断層近傍での強震動の発生を考える際に大切になる。なぜなら、Aochi and Fukuyama (2001)も示しているように、事前に断層構造とその応力状態を知ることができれば、大地震の動的破壊過程、ひいては、それによる強震動を推定することが可能になるからである。

上記の議論では、断層面上に働く法線応力の効果が考慮されていないが、Coulomb の摩擦法則を導入して法線応力の効果を考慮に入れることで断層面におけるせん断応力 / 断層強度の不均質を導入した計算も行ってみたが、更なる不均質さを導入しないと観測を説明できない事がわかった。このことは、物質の水平方向の不均質さが存在し、何らかの形で導入しないといけないことを意味する。われわれは、この不均質さを効果的に導入する方法をまだ得ていないが、我々の手法は、断層の動的破壊のモデル化及びそれによって再現される強震動予測のための手段として取り得る有効な手段であると考え。なぜなら、応力の方向と著しく異なる方向に向けた断層を破壊させるためには、断層強度を著しく低下させなければいけないが、水平方向に強度を大きく変化させることは難しそうであるからである。